ISSN 0321-0383

Alma mater

7

ВЕСТНИК ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ
1991

Alma mater

ВЕСТНИК ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

БУДУЩЕЕ В НАСТОЯЩЕМ

Лазерно-компьютерный альянс

(опыт технологического прогноза)

А. ПЕТРОСЯН
Тверской политехнический институт

Научно-техническая революция приковала к себе критическую мысль. И это неудивительно. Что, как не НТР, олицетворяет в XX в. человеческую цивилизацию? Удивительно другое. Революционные перемены, вызревающие в собственно индустриальной сфере, как-то отошли на задний план, в то время как в недрах самой НТР зародился процесс, который уже пересек ее границы и направился по своему особому пути. И если не осмыслить его, можно обречь себя на блуждание в технологических потемках. Не говоря уже о том, что само профессиональное (научное, инженерное и т. д.) образование не может быть адекватным, если оно не сопряжено с индустриальной и человеческой перспективой.

Что же это за процесс?

Речь идет о генезисе новой индустриальной революции. Все предшествующие научно-технические и технологические сдвиги (со времен промышленного переворота XVIII в.), несмотря на всю свою глубину и изощренность, оставались в рамках машинного производства. Даже комплексная автоматизация промышленных циклов — это не более чем «интеллектуализация» машинных функций и, по существу, лишь высшая стадия механической цивилизации. Иное дело лазерно-компьютерный альянс, который может превратить производство в непрерывный энерго-информационный процесс, в корне изменив его природу и характер.

Однако прежде чем очертить контуры новой индустриальной революции, обратимся к ее истокам.

1

Бурный рост капиталистического производства, начавшийся в Западной Европе в XVI—XVII столетиях, придал мощный импульс развитию творческих сил человека. Естествознание претерпело концептуальную революцию. А она, в свою очередь, открыла широкие возможности для практических приложений естествознания. Сами инженеры стали ориентироваться на те образцы точности, которые задавались учеными. Это означало революционный сдвиг в техническом творчестве. Были созданы новые средства труда и способы преобразования энергии. Так зародилась основа промышленной революции XVIII в.— переход от мануфактуры к машинной индустрии.

Всякое машинное устройство состоит из трех главных частей: двигателя, передаточного механизма и рабочей машины. Причем рабочая машина выполняет в индустриальных процессах ключевую функцию, прямо воздействуя на предмет труда и изме-

няя его в соответствии с заданными параметрами. Остальные же части машинного устройства выполняют служебные функции: двигатель обеспечивает необходимую механическую энергию, а передаточный механизм подводит ее к орудиям труда. Неудивительно, что промышленная революция начинается именно с появления рабочей машины.

В чем же суть этого индустриального переворота? Дело в том, что рабочая машина объединяет в одну систематизированную последовательность операции, которые совершались раньше ремесленниками или частичными рабочими с помощью специальных инструментов. В ней эти инструменты заменяются сложными механизмами, оперирующими множеством однородных орудий труда. Поэтому рабочая машина освобождает человека от участия в самом акте преобразования сырого материала и оставляет ему лишь функции контролера и регулировщика. Правда, человек используется еще и как простая двигательная сила. Но эту-то его функцию как раз можно передать естественным энергетическим процессам.

Между тем усложнение машинных устройств (увеличение размеров и количества конструктивных элементов), разрастание их промышленных функций и усиление воздействия на обрабатываемый предмет требуют укрупнения двигательных механизмов, а значит, и подвода к ним бóльших энергетических ресурсов. Таких, что превосходят не только физические возможности человека, но и энергию, доставляемую животными или «прирученными» явлениями природы. Причем нужна более качественная энергия — направленная, сконцентрированная, способная дать высокий коэффициент полезного действия. Она должна быть контролируемой, подвластной человеку, а не выходить из повиновения в самых непредвиденных ситуациях.

Лучший ответ на эти энергетические запросы — паровая машина. Именно они придали ей фундаментальный практический смысл, хотя она была известна еще в мануфактурный период. Основная технологическая функция паровой машины — преобразование тепловой энергии в механическую. Передаваясь через маховик и редукторы к непосредственным орудиям труда, помещающимся в рабочей машине, механическая энергия выполняет определенную работу. Тем самым паровая машина позволяет человеку, умевшему раньше только обращать в тепло двигательную энергию, подчинить своей воле обратный процесс и воспроизводить его в контролируемых условиях.

В чем выражается революционное значение паровой машины? Прежде всего в том, что паровая машина переводит энергетические ресурсы из одного вида в другой, приспосабливая их к конкретным производственным нуждам. При этом в корне изменяется объективный характер добываемой энергии, повышаются ее качественный уровень и мера организованности. Далее, паровая машина во многом освобождает живой труд от тяжелой, рутинной деятельности, устраняет его неперспективные промышленные функции. Это приводит к росту производительности труда, относительному сокращению трудозатрат и улучшению качества массовой продукции. Наконец, происходит автономизация индустриальных процессов, протекающих уже без прямого вмешательства человека. Таким образом, органическое единство паровой и рабочей машин составляет техническое ядро революционных производительных сил.

Однако машинное производство первоначально возникает на не соответствующей его природе материальной базе, сложившейся преимущественно в мануфактурную эпоху. Поэтому объективные интересы машинного производства требуют коренного поворота в самом способе производства. И лишь превращение машин в ключевое звено промышленного производства не только в функциональном, но и в генетическом отношении, т. е. создание с их

помощью других машинных устройств, означает появление адекватного фундамента новых индустриальных систем. Тем самым машинная индустрия приобретает самостоятельный статус и перестает нуждаться в предшествующих формах производственной деятельности.

2

НТР углубила индустриальный прогресс, обусловив замещение машинных устройств автоматическими системами, функционирующими в рамках замкнутых циклов без участия человека. Это привело к принципиальному обновлению промышленных структур, гибкой автоматизации производственных процессов.

Вообще-то автоматические системы сами по себе не столь уж оригинальны. Они стали возникать в недрах «простого» машинного производства (скажем, аппараты, останавливавшие прядильную машину или паровой ткацкий станок). Примером автоматизированного предприятия служила бумажная фабрика прошлого века. Расчлененная система машин, которые приходят в движение под воздействием единого центрального автомата, и есть, по существу, законченная форма «простой» машинной индустрии.

Но на фоне научно-технической революции эти автоматические устройства выглядят явным анахронизмом. Их производственный потенциал перестает удовлетворять усложнившимся индустриальным задачам, приходя во все большее противоречие с новейшими техническими конструкциями и технологическими операциями. К тому же традиционные автоматы ограничиваются прямым действием. Обратная связь, как правило, выпадает из них. А стало быть, они не могут носить самоуправляемого характера. Между тем НТР приносит с собой информационные технологии, управляющие промышленными структурами. Эти технологии не только снижают интеллектуальное напряжение оператора: стандартизируя операторскую деятельность, сводя ее к ряду «логических» задач, не требующих больших творческих усилий или тонкого профессионального искусства, они превращают оператора в простую «информационную силу», которая вполне может быть замещена эквивалентным техническим устройством. Эту-то «вакансию» и заполняет компьютер.

3

Истоки информационной революции лежат в 40-х годах XX столетия. Именно тогда в Соединенных Штатах и Советском Союзе почти одновременно появились первые электронно-вычислительные машины. Но это были скорее сверхбыстродействующие арифмометры (заметно облегчавшие, скажем, инженерные расчеты), нежели технические средства, круто менявшие научную и производственную практику.

Мало что изменилось в этом смысле и с приходом ЭВМ второго поколения, созданных на рубеже 50—60-х годов и основанных на полупроводниковых элементах. Правда, сильно возросло быстродействие этих ЭВМ. К тому же они были более надежны и получили ряд практических приложений в экономике, управлении и других сферах. Тем не менее они не дали коренной модификации информационных процессов. Исходные данные по-прежнему заносились на перфокарты и перфоленты, а из машины извлекались длинные рулоны бумаги с цифрами, подлежавшими кропотливой обработке.

Совсем другая ситуация возникла в конце 60-х годов, когда были созданы ЭВМ третьего поколения, базирующиеся на интегральных схемах. Полностью перевернулось отношение к перспективам компьютерных устройств. Чисто вычислительный аспект в них вообще отошел на задний план. Главным стало обеспечение диалога человек — машина.

Большие интегральные схемы и миниатюризация послужили основой персональных компьютеров (ПЭМов), поч-

ти не уступающих по счетно-вычислительным качествам и надежности машинам третьего поколения. Дисковая память, наличие дисплеев, небольшие размеры и дешевизна, а также относительная простота структуры математического обеспечения превращают их в непосредственно практический инструмент информационного анализа, причем не только в научно-исследовательской сфере, но и, например, в промышленном производстве. Формируются целые (в том числе международные) информационные системы, в которых ПЭМы являются терминалами, подключенными к центральному процессору и извлекающими из него любые необходимые данные. В создании разветвленных сетей вычислительных центров и установлении многоканальных связей между терминальными устройствами и заключается суть информационной революции.

Дальнейшая судьба информационного прогресса будет зависеть, по-видимому, от динамики совершенствования телематической техники. В свою очередь, она поднимется на новую ступень с массовым появлением ЭВМ следующего поколения, перераспределяющих функции между программными и вычислительными компонентами человеко-машинного комплекса. В Японии полным ходом идет разработка компьютера, «умеющего» понимать текст и общаться с пользователем на естественном языке. Опытную модель намечается изготовить к концу 1991 г. А на очереди уже и «нейрокомпьютер». Все это является ключом к подлинной роботизации производства — переходу от манипуляторов к роботам с автономными компьютерными системами и необходимой информационной базой для полной автоматизации индустриальных процессов.

4

Компьютеры нередко сравнивают с выдающимися изобретениями прошлого, и прежде всего с паровой машиной, которая в сочетании с рабочей машиной стала техническим ядром промышленной революции XVIII в. Однако при этом, как правило, считается, что если паровая машина заменила физическую силу людей, то ЭВМ стала продолжением человеческого интеллекта. Но исчерпывается ли этим индустриальная функция компьютерных устройств? Очевидно, нет.

ЭВМ, предназначенная для работы в диалоговом режиме, вместе с ПЭМами и телематическими устройствами, связывающими центральный процессор с сетью терминалов, совершает коренной переворот в средствах производства и рычагах управления общественными процессами. Прежде всего, компьютерные системы являются источником повышения качества получаемой информации. Она выводится на экран дисплея в той форме, в какой нужна пользователю,— в цифровой, в виде диаграмм, графиков и чертежей. Со своей стороны, визуализация результата дает возможность не просто прямо вмешиваться в ход вычислительной деятельности и держать ее под надежным контролем, но и вести постоянное общение с ЭВМ в темпе счета. Тем самым компьютеры служат средством моделирования мыслительных действий и перевода в план информационного анализа научных и практических проблем. Это особенно важно в тех случаях, когда реальный эксперимент сильно затруднен или вовсе невозможен. Скажем, при проверке знаний об эволюционных процессах или сильных взаимодействиях (решеточной теории удержания кварков), моделировании управленческих структур или космических явлений.

Технологической базой новейших компьютерных систем выступает поистине революционный способ хранения, обработки и передачи информации. Суть его в том, что все эти операции совершаются без непосредственного вещественного обмена. Благодаря разделению процессов обработки информации и переноса массы удается обеспечить функционирование инфор-

мационной системы без механического перемещения устройств. «Механика» если и используется, то лишь в ходе человеко-машинного диалога. Тем самым обмен информацией превращается в почти всецело энергетический процесс.

Таким образом, компьютеры «с начинкой» — это не просто предметное воплощение и продолжение интеллектуальных сил, но относительно самостоятельные информационные комплексы, которые в известных пределах независимы от внешних условий и конкретных обстоятельств работы. Освобождая человека от участия в отдельных производственных циклах, эти комплексы выполняют по отношению к ним контролирующие и управляющие функции.

Конечно, глубокая качественная трансформация, которую претерпевает общественное производство в ходе внедрения новейших компьютеров, исходит от духовной сферы: в индустриальных структурах материализируются мыслительные способности человека. Тем не менее, сама конструктивная реализация управляющей системы предполагает отделение счетно-решающих функций от человеческого сознания. Это с одной стороны. А с другой — такая система включает в себя не только информационный центр, в каком-то смысле аналогичный мозгу, но и различные органы, обеспечивающие ее «независимость» (эффекторы, проприоцепторы и т. д.). То есть информационные системы превращаются в мощные средства автономного управления производственными циклами. Они подготавливают рождение автоматических заводов, на которых человек играет лишь роль наблюдателя и контролера всего индустриального процесса в целом.

Между тем внедрение самоуправляемых автоматических структур предполагает такую организацию производства, при которой возможна быстрая перестройка рабочих функций промышленных установок. Относительное постоянство орудий труда и индустриальных процессов существенно ограничивает перспективы использования компьютерных систем. По сути, их задача сводится к реализации изначально заданных форм производственной деятельности. Что же касается динамики преобразования технических конструкций и технологических операций, то она, естественно, оказывается вне поля действия информационных комплексов. И чтобы преодолеть это ограничение, следует придать гибкость самим промышленным структурам.

5

Гибкая производственная система (ГПС), будучи группой станков или обрабатывающих центров, соединенных транспортными средствами для передачи предмета труда, опирается на два фундаментальных принципа — роботизацию станков и автоматизацию межстаночных связей. Иначе говоря, автономные роботы, встроенные в стабильную технологическую среду, «сращивают» эффективность массового производства с динамикой мелкосерийного. Тем самым, во-первых, увеличивается загрузка оборудования (на меньших производственных участках можно изготовить больше продукции, причем лучшего качества), во-вторых, сокращается время «рождения» продукции (и в силу этого становится возможным более быстрое и дешевое освоение новых видов продукции, оперативное реагирование на потребности рынка) и, в-третьих, благодаря синхронизации производства и числу степеней его свободы, обеспечивается изготовление широкой номенклатуры изделий, причем в любой последовательности. По оценке специалистов из университета Карнеги—Меллона (США), уже сейчас с помощью роботов можно автоматизировать около трети всех операций в американской промышленности, а в 90-е годы эта доля, вероятно, приблизится к трем четвертям.

Однако гибкие производственные системы тоже сталкиваются с принци-

пиальными ограничениями. И их, по-видимому, нельзя преодолеть в рамках старой промышленной идеологии. Конечно, трудно согласиться с нигилистической оценкой гибких производственных систем, хотя она дается подчас и крупными специалистами. ГПС имеют немалые резервы для совершенствования и приспособления к новым индустриальным функциям, не говоря уж о том, что они на порядок перспективнее роторных и роторно-конвейерных линий. Но и ГПС не в состоянии обеспечить стратегические интересы развития производительных сил. Продуктивность и эффективность такой системы имеют ясно очерченные границы, и в плане индустриальной эволюции она, вероятно, представляет собой тупиковую ветвь.

Роботизация сама по себе не может дать желаемого эффекта. Механический робот — это попросту полифункциональная машина с «разноплановым» рабочим органом. Между тем траектория движений ее очень сложна, а степень свободы «руки» ограничивается конструктивными особенностями механизма. Ясно, что цена такой гибкости слишком высока. Наглядный пример — обрабатывающий центр. Все операции в нем последовательно совершаются одним и тем же органом, специально приспособленным к наиболее «квалифицированным» действиям. То есть дорогостоящий инструмент, обладающий огромным индустриальным потенциалом, используется в основном для выполнения мелких, нехитрых работ.

Можно, конечно, универсализировать механический робот, придав ему искусственные мышцы из полимеров. Так, исследовательская группа университета г. Гулля (Великобритания) пытается создать рабочие конечности, которые способны и растереть в порошок бильярдный шар, и манипулировать хрупким яйцом. Но если раньше с помощью электрических, гидравлических и пневматических механизмов достигалась высокая точность работы, но почти не было ловкости, то теперь благодаря эластичным (сокращающимся и растягивающимся под осмотическим давлением) мышцам удастся наделить робот ловкостью, но сильно пострадает точность исполнения работы. Это, по существу, не что иное, как «очеловечение» робота. Но человек в свое время потому и вышел посредством индустрии за собственные пределы, что ему, если даже он обладал чудовищной силой, было не по плечу решение ряда ключевых производственных задач.

К тому же автоматизированные транспортные средства, входящие в ГПС, слабо окупают понесенные на них затраты. Предмет подолгу остается в том или ином обрабатывающем центре, и его транспортировка является сравнительно редким событием. К тому же неодинаковая производительность разных станков исключает возможность массовых непосредственных обменов между ними. Требуются специальные автоматизированные склады, куда отправляются предметы на временное хранение, с тем чтобы потом извлечь их и передать очередному станку. Поэтому индустриальный смысл межстаночных транспортных средств во многом «девальвируется».

Не случайно центр тяжести в использовании роботов и автоматических систем лежит в области изготовления частей и деталей. Что же касается, например, сборочных линий, то они остаются как бы на периферии этих революционных процессов. Автоматизация работающего окружения гораздо более капиталоемка и менее результативна, из-за чего так и не удается до конца встроить в него механические роботы. То есть фактически главное преимущество гибких производственных систем состоящее в сочетании динамики со стабильностью, оборачивается тормозом для развития производительных сил, ибо это сочетание не может перейти во внутреннее единство.

Итак, гибкие производственные системы, основанные на механическом (вещественном) взаимодействии рабочей машины с предметом труда, не

способны адекватно выполнять «предписанные» им функции. Здесь универсальность автономных информационно-управляющих систем и их энергетический характер, по существу, вступают в противоречие с ограниченностью и вещественной природой механической производственной базы. Эти системы уже вышли за рамки машинно-индустриальной ступени развития производительных сил, они совершили прорыв в будущее. Но их «телесные» формы превратились в оковы, сдерживающие наступление новой эры. Для того чтобы разрешить это противоречие, необходимо иное, адекватное автономным информационно-энергетическим системам управления «рабочее тело», которое будет воздействовать на предмет труда с помощью энергии, не нуждающейся в каком-то особом носителе. Эту-то функцию и могут взять на себя лазерные устройства.

6

В середине текущего столетия в ходе независимых исследований советских ученых Н. Г. Басова и А. М. Прохорова и американского физика Ч. Таунса был изобретен лазер, излучающий когерентный и монохроматический свет. В отличие от обычного светового луча, довольно быстро слабеющего и рассеивающегося, он движется в виде узкого пучка излучения на очень большие расстояния. Фактически в лазерном излучении мало что остается от «традиционного» бесконечного луча. Это просто определенный сгусток энергии, оторвавшийся от установки и распространяющийся в окружающем пространстве. Но кое-что все-таки роднит луч лазера с обыкновенным светом: оба они подчиняются оптическим законам и перемещаются с одинаковой скоростью.

В чем же состоит революционная природа лазерных установок? Прежде всего в том, что лазеры повышают качество энергии. Когерентность лазерного луча вкупе с его малой угловой расходимостью и высокой плотностью энергетического потока означает очень низкую энтропийность. А на базе столь высококачественной энергии можно создать совершенно новые орудия — чрезвычайно точно направленные, с колоссальной силой воздействующие на предмет труда и, как следствие, значительно экономящие рабочее пространство.

Далее. Использование лазерных установок знаменует непосредственную революцию в самих орудиях труда. Они позволяют не просто гибко реагировать на существенные изменения в управляющих программах, но и предельно четко выполнять команды по обработке исходного материала. Это делает лазерное орудие универсальным инструментом, мгновенно перестраивающимся для осуществления новых производственных функций. Оно изначально не привязывается к тем или иным видам работ, а обладает «бесконечно» широким рабочим диапазоном. Что же касается конкретного содержания производимых действий, то оно целиком задается программой, управляющей индустриальным процессом.

Наконец, революционное значение лазерных установок обусловлено прямым — без вещественных носителей — подводом энергии к предмету труда. Стало быть, энергия лазера превращается в самостоятельный промышленный фактор, непосредственно воздействующий на обрабатываемый материал и значительно расширяющий практические возможности средств производства.

Эта особенность лазерных устройств отчетливо проступает на передовых рубежах НТР, там, где острее чувствуется необходимость преодолеть внутренние ограничения существующих индустриальных систем. Скажем, конденсаторный накопитель, используемый в процессе экспериментального изучения термоядерного синтеза, в целом вполне сравним по мощности с лазерным лучом, но уступает ему по фундаментальным параметрам, касающимся доставки энергии к мишени. Если при-

бегнуть к электроразрядному методу нагрева плазмы, то не обойтийсь без электродов, подводящих энергию к мишени. А это, в свою очередь, ставит предел мощности, а значит и плотности энергии. Плотность мощности никак не может превысить критическую величину, при которой электроды начнут разрушаться. Что же касается лазерных методов нагрева плазмы, то для них нет такого барьера, ибо они не требуют какой бы то ни было механической связи мишени с источником энергии. Наоборот, выходные каскады лазеров могут находиться на расстоянии десятков и даже сотен метров от мишени. Если что и ограничивает плотность подводимой мощности лазерной энергии, то это дифракционные свойства излучения и аберрационные параметры фокусирующих систем.

Индустриальное применение лазерных установок знаменует собой рождение орудий труда принципиально нового типа, непосредственно реализующих в исходном материале заданную функцию. Они служат необходимой основой всеобщей энергетической организации промышленных процессов, отодвигая на задний план обмен веществом и механическое взаимодействие рабочей машины с предметом труда. С повсеместным внедрением лазеров как орудий труда энергия станет главным агентом производственной деятельности. Вещественному же субстрату будет отведена роль вспомогательного, «периферийного» фактора, который послужит своеобразной инфраструктурой, не принимающей решающего участия в самом акте воздействия на обрабатываемый материал.

7

Информационная и лазерная революции достигли ныне зрелых фаз в своем развитии. И тут обнаружилось, что существует целый ряд ключевых точек, в которых они пересекаются. Явно проступила внутренняя связь между компьютерными устройствами и лазерными установками. Их органическое соединение и есть, по сути, технологическое ядро новой индустриальной революции.

В чем же выражается единство лазерных и компьютерных устройств? Во-первых, если компьютеры повышают качество получаемой информации и создают возможность постоянной работы в диалоговом режиме, то лазеры доставляют энергию качественно нового типа, которая характеризуется не просто низкой энтропийностью, но прежде всего концентрацией в малых объемах и исключительной направленностью.

Во-вторых, каждое из этих устройств вызывает революционное обновление производительных сил. Компьютеры, которые обрабатывают широкие информационные массивы без переноса вещества, позволяют моделировать мыслительные структуры и, опредмечивая их в материальных формах, становятся универсальными инструментами управления. В свою очередь, лазеры, обладая свойством прямо подводить энергию к предмету труда, служат объективной основой для создания универсальных средств производства, готовых к работе по любым компьютерным программам и оперативно реагирующих на их модификации.

И наконец, в-третьих, в перспективе компьютерные и лазерные устройства должны объединиться в целостные промышленные системы как основные конструктивные элементы будущих заводов-автоматов. В таких системах информационно-вычислительные центры будут служить источниками автономного управления производственными процессами, а лазеры, «ответственные» за энергетическое взаимодействие ключевых промышленных структур,— снабжать эти управляющие комплексы необходимыми орудиями труда, которые в состоянии выполнить практически любую рабочую программу. Это означало бы рождение по-настоящему гибких и универсальных производственных систем.

Но можно ли преодолеть техноло-

гические противоречия ГПС на базе лазерно-компьютерных установок? Очевидно, да. И в пользу этого говорят два фактора.

Первый. Именно лазеры позволяют полностью роботизировать станки, превращая их в автономные средства энергетического воздействия на предмет труда. Тем самым достигается универсальность рабочих органов, а информационное управление приобретает непрерывный характер. Своей способностью переналаживаться путем цифрового перепрограммирования безо всяких конструктивных изменений ГПС превосходит традиционное производство с жесткой технологической оснасткой. Но она всегда ограничена заданным рабочим диапазоном с дискретным набором возможностей, которые предопределяют содержание программ. Что же касается автономного робота с лазерным рабочим органом, то его диапазон практически бесконечен, а конкретные действия обусловлены исключительно управленческими командами. Иначе говоря, программа такого робота почти не зависит от его конструктивных характеристик, равно как и от «типажа» обрабатываемых деталей. Поэтому тут отпадает необходимость и в специальном приспособлении рабочего органа к особо сложным производственным функциям.

И второй фактор. Автономные роботы с лазерным рабочим органом не требуют широкой транспортной сети, не говоря уж об извилистой траектории движения предмета обработки. ГПС состоит из разнотипных станков или обрабатывающих центров, между которыми распределяются те или иные фрагменты производственного процесса. Естественно, что без их транспортировки нельзя добиться единого замкнутого производственного цикла. Между тем лазерно-компьютерные системы универсальны. Их производительность практически однопорядкова. А потому, если придать им еще и некоторую подвижность, потребность в транспорте можно свести к минимуму. Причем оставшаяся часть транспортной инфраструктуры окажется эффективнее, поскольку она будет более загружена и обеспечит прямые связи между отдельными роботами. В итоге удастся обойтись без крупных автоматизированных складов, на которые предмет труда поступает только затем, чтобы окольным путем направиться к другому станку или обрабатывающему центру.

8

Научно-технический прогресс все больше сближает информационную и лазерную революции, предвещая их слияние и всеобщую энергетизацию производства. Уже сегодня возникает целый ряд «сращенных» технологических форм, являющихся, по сути, предвестницами нового индустриального прорыва. Причем этот процесс идет сразу в обоих направлениях.

Так, изучение проблемы термоядерного синтеза, в котором лазерные установки занимают ведущее положение, обогащается принципиально новыми возможностями благодаря применению компьютерных систем. Материально-предметный эксперимент (в отличие от машинного эксперимента и численного моделирования) носит уже столь громоздкий и разветвленный характер, что неизбежно ускользает из-под непосредственного контроля человека. И тут на помощь приходят новейшие компьютеры, имеющие небольшие габариты и отличающиеся быстродействием, надежностью и вполне доступной стоимостью условной единицы обработки информации. Высокая мера организации и визуализации поступающей информации позволяет исследователю вмешиваться в действия компьютера прямо в ходе эксперимента — в интервалах между импульсами лазерной установки. А миниатюризация и большие интегральные схемы — это объективная база для перехода к информационным системам автономного управления экспериментальным процессом.

В свою очередь, лазеры находят непосредственное применение в инфор-

мационных устройствах. Один-единственный лазерный луч, бегущий по стеклянному волноводу, реализует множество информационных потоков, эквивалентных 30—40 тысячам телефонных разговоров. Лазерные установки — главные орудия создания современных систем компьютерной памяти. С помощью лазеров удается на той же площади уместить в тысячу раз больше информации, чем ее содержится в магнитных пленках. В оптических дисках информация записывается лазерным лучом и им же (излучением малой мощности) считывается. Благодаря лазеру впервые удалось нанести сверхпроводящий материал непосредственно на кремний, что резко увеличило быстродействие компьютера. Неудачи предыдущих опытов были обусловлены тем, что обе субстанции расплавлялись под воздействием высоких температур. Лазер же позволил «внедрить» сверхпроводник без сильного разогрева подложки.

Однако лазерно-компьютерный альянс — это не просто росток будущей индустрии, пробивающийся на передовых рубежах научно-технического прогресса. Эта технологическая форма используется уже и в самых распространенных бытовых контекстах, например в швейных ателье. Электронная автоматическая стереокамера снимает с клиента мерку в трех измерениях. Затем компьютер обрабатывает полученные данные. И наконец, он направляет лазерный луч на полотно ткани. В считанные доли секунды материал раскраивается в точном соответствии с заданными параметрами. Причем такая лазерно-компьютерная система может легко перестроиться.

Это все пока лишь первые «ласточки» новой индустриальной революции. Они скорее намечают ее главную тенденцию, нежели предстают в качестве конечных продуктов. И от относительно несложного «чудо-закройщика» весьма далеко от автономного лазерно-компьютерного завода. Новый революционный переворот в производительных силах завершится тогда, когда не только будет налажено универсально-гибкое информационно-энергетическое производство, но и придет в соответствие с его собственной природой та материальная база, на которой оно функционирует. А это означает, что роботы с лазерным рабочим органом смогут создавать себе подобных в контексте автоматической производственной инфраструктуры.

* * *

В чем же практический смысл этого технологического прогноза? Что он выражает — историческую неизбежность или субъективное предпочтение, не имеющее корней в индустриальных реалиях? По-видимому, ни то, ни другое. В нем схвачена одна из тенденций, вызванных к жизни технологическим прогрессом. Это лишь определенная проекция современных процессов на будущее.

Но никакая тенденция, конечно же, не реализуется автоматически. Если основанная на ее учете индустриальная модель реалистична и одновременно желаема, то надо как минимум расчистить этой модели путь и создать условия для соответствующего варианта развития. Объективную возможность, рождаемую той или иной тенденцией, следует претворить в конкретный сценарий (детализированный проект). А как это сделать, если не вплести в саму ткань образовательного процесса технологический прогноз? Он должен стать ориентиром не только сегодняшней работы, но и подготовки будущих исследователей, инженеров и других специалистов. Ибо именно им суждено непосредственно осуществить новую индустриальную революцию.